
futuro
Suplemento de ciencias de Página|12
Año 19 / N° 982
10 . 01 . 2009



Galileo

Galileo

Hace siglos, en ese año glorioso para la astronomía que fue el de 1609, Galileo Galilei enfocó su telescopio al cielo e inició una avalancha de descubrimientos: comenzaba una era completamente nueva y es por ello que la Unión Astronómica Internacional promovió, y las Naciones Unidas y la Unesco aceptaron, decretar a 2009 como el Año Internacional de la Astronomía, con actividades en todo el mundo.

Futuro adhiere, naturalmente, a la celebración de la figura del gran científico y su lucha por la verdad y contra la Inquisición, pero ante la duda sobre el momento (ya que no hay exactamente una fecha en la que conste que dirigió su aparato por primera vez al cielo) optó por el 8 de enero, fecha de su muerte (ocurrida en 1642), para dedicarle un suplemento concreto, en el que contribuye el propio homenajeado.

LEONARDO MOLEDO

HOMENAJE A THOMAS HARRIOT Y SU TELESCOPIO

El otro

POR ESTEBAN MAGNANI

En casi toda la historia de la ciencia hay un otro. Charles Darwin tuvo su otro, el que casi llegó al mismo punto pero le faltó una pieza del engranaje de la evolución, Alfred Wallace. El indiscutible Isaac Newton tuvo su fuerte disputa con Gottfried Leibniz por el cálculo infinitesimal, a quien, aseguró, no le había pedido los hombros para ver más lejos. Hasta el genial Nicolás Copérnico tuvo su antecesor, el griego Aristarco de Samos, que 18 siglos antes y sin tantos fundamentos atisbó el camino de la teoría heliocéntrica. El gran Galileo Galilei no es la excepción.

EL HOMBRE SIN SOMBRA

El británico Thomas Harriot (1560-1621) era uno de esos científicos de otra época que casi ya no se consiguen: sabía sobre astronomía, matemáticas, etnografía, además de hacer traducciones. Incluso, luego de recibirse en Oxford y con sólo 25 años, a la manera de Darwin, fue el encargado del aspecto científico –sobre todo cartográfico– de una expedición a Virginia, actual EE.UU. El viaje también lo llevó a publicar por única vez en su vida sus investigaciones, en este caso antropológicas y etnográficas antes de que tales disciplinas existieran. Pero fue probablemente en matemáticas en lo que más descolló en su época.

UN CIENTIFICO CURIOSO

Como buen científico interesado por la tecnología aplicable a las ciencias, parece haberse enterado de la invención del telescopio apenas éste vio la luz, según se cree, en 1608, ya que en 1609 dirigió su telescopio (de seis aumentos) hacia la Luna y detectó y dibujó por primera vez su irregular superficie. Esta imagen del científico es la que más perdura en nuestros días. En 1610 también descubrió algunas manchas solares, también imposibles según la cosmología aristotélica, que imaginaba perfectos a los cuerpos celestes.

Harriot era desde hacía tiempo un copernicano confeso, lo que seguramente no generaba mucho problema en una Inglaterra mucho más liberal que la península itálica de Galileo. Este último daría a conocer sus observaciones, similares a las de Harriot, en 1610 y continuaría mejorando el telescopio para ampliar su calidad y potencia, algo bastante difícil con los medios técnicos de su época.

LLEVARSE EL REDITO

Son muchas las razones por las que uno solo de ellos pudo llevarse el rédito por estos descubrimientos en lo que concierne a la historiografía científica aceptada, pero probablemente se destaque el rol que tenían en sus sociedades e incluso, paradójicamente, la difusión que generó la fuerte resistencia de la Iglesia Católica contra el hombre de Pisa. Por otro lado, mientras Galileo era un profesor de cierto prestigio y un gran divulgador científico *avant la lettre*, Harriot vivía una confortable vida burguesa a la sombra de un personaje de cierto peso político de su época. No estaba interesado, probablemente, en hacer carrera ni en transformarse en un prestigioso científico.

Galileo en cambio hacía de la difusión de sus descubrimientos una tarea en la que ponía especial interés y los juicios sucesivos en su contra le dieron mayor repercusión al tema. Los dibujos y apuntes de Harriot, en cambio, no fueron publicados hasta el siglo XIX.

Así es como Harriot se transformó en uno más del selecto grupo de "los otros" en una forma de concebir la historia que ama tener un protagonista y varios actores de reparto, algo que ocurre raramente en la realidad. Vaya aquí nuestro homenaje, en esta celebración de Galileo.

UN CALCULO MUY EXTRAÑO

Descenso al infierno de Dante

POR MATIAS ALINOVI

En 1588, a los veinticuatro años, a punto de todo pero sin todavía nada, de vuelta de Pisa sin diploma, en estado de perfecta incipiencia, Galileo es invitado a disertar ante la Academia Florentina, sobre la forma, la ubicación y las dimensiones del Infierno del Dante. La disertación, que lo obliga a redactar dos lecciones sobre el tema, le allana, de algún modo, el camino: los elogios de Guidobaldo del Monte, noble matemático, lo catapultan a la cátedra de matemáticas de Pisa, el comienzo efectivo de su carrera académica.

En una vida con un sentido unitario ejemplar, como la de Galileo, es fácil ver en cada acto la prefiguración del todo, considerar cada episodio con arreglo a una lógica final. La disertación, el tema, podrían ser una metáfora de la convicción de que todo puede, y debe, ser medido; del avance de la confianza tranquila de los números sobre el temor de la superstición. Pero lo que resulta, sobre todo, de la lectura de esas lecciones sobre topografía infernal es una impresión definitiva sobre la actitud de quien escribe: una suerte de distante ironía matemática, que procede de la voluntad de adoptar un criterio científico para tratar una materia que puede no serlo; una actitud, en definitiva, nueva para la época, aunque pueda ser familiar para nosotros. Una provocación divulgativa.

Curiosamente, el relevo topográfico del infierno no era, ni siquiera entonces, una novedad. En la época de Galileo ya había sido intentado por dos comentadores de Dante: Manetti, de Florencia, y Vellutello, de Lucca. Y lo que Galileo justamente se propone es, según declara, demostrar cuál de los dos a la verdad, es decir a la mente de Dante, más se aproxima. El infierno, imaginación del poeta, debe estar sometido a proporciones matemáticas inteligibles.

El infierno es una superficie cónica que se obtiene del siguiente modo. Imaginemos, dice Galileo, una línea recta que una el centro de la Tierra (que es además el centro de la gravedad y del universo) con la ciudad de Jerusalén, y a su vez un arco que se extienda sobre la superficie de las aguas y las tierras y que mida la duodécima parte de la mayor circunferencia de la Tierra. Pues bien, la superficie del infierno resulta de la revolución del plano que queda así definido –imaginemos nosotros una tercera línea que una la punta del arco con el centro de la Tierra– en torno del eje fijo que une Jerusalén y el punto que todavía entonces es el centro del universo. Si caváramos, dice Galileo, quedaría entonces, en el lugar en el que la tierra estaba, un pozo en forma de superficie cónica: el infierno.

Galileo procede entonces a calcular, empleando resultados de Arquímedes, el tamaño de los diferentes círculos de condenados, y a describir su distribución más probable. Hacia el final de la primera lección calcula la estatura de Lucifer, que tiene el ombligo en el centro del mundo, mediante una regla de tres simple: la altura de Dante es a la de un gigante, lo que la del gigante al largo de un brazo de Lucifer. En la segunda lección anuncia que seguirá, en la lectura, los pasos de Dante y de Virgilio a través del infierno para establecer todas las precisiones topográficas posibles. Galileo, la tercera sombra espectral que alguna vez recorrió el infierno más atenta a las proporciones del decorado que al espectáculo moral de la condena.

Museo di Storia della Scienza

UN PLANETA QUE TUVO QUE ESPERAR

Cuando Galileo casi descubrió a Neptuno

POR MARIANO RIBAS

Hace casi 400 años, Galileo tropezó con el octavo planeta del Sistema Solar. Pero nunca lo supo. Y no sólo eso: todavía faltaba mucho para que se descubriera el séptimo. La historia de Galileo y Neptuno no es tan conocida como sus célebres observaciones y descripciones de los cráteres de la Luna, las fases de Venus, las manchas solares, o los cuatro grandes satélites de Júpiter. Pero aun así, se trata de un episodio por demás curioso y fortuito, que bien vale la pena rescatar en este nuevo aniversario de la muerte del padre de la astronomía moderna. Y por supuesto, en este amanecer del Año Internacional de la Astronomía, que tiene tanto que ver con Galileo.

A decir verdad, todo comenzó con Júpiter. En la madrugada del 28 de diciembre de 1612, Galileo estaba observando al planeta, y muy especialmente, los movimientos de su cuarteto de inquietas lunas, que él mismo había descubierto en 1610: Io, Europa, Ganímedes y Calisto. Hacía tres años que les seguía el rastro pacientemente, siempre dejando registro de sus cambiantes posiciones en sus diarios de notas (que actualmente se conservan en la Librería Nacional Central, en Florencia). Pero además del cuarteto de lunas galileanas –tal como se las conoce– su todavía rudimentario telescopio (que era una versión muy mejorada de modelos anteriores), le reveló otros débiles puntitos de luz en los alrededores de Júpiter. Casi todos eran simples estrellas de fondo. O "estrellas fijas", como se las llamaba. Pero en el mismo campo visual del ocular había otra cosa. Era un insignificante punto azulado, y estaba por debajo y a la izquierda de Júpiter. Muy cerca, a apenas 1/5 de grado del planeta. Galileo pensó que era una estrella más. Era lo que parecía. Y así lo anotó en un dibujo: "stella fixa". Pero era Neptuno.

Luego de algunas semanas de mal tiempo, Galileo retomó sus observaciones de Júpiter y sus satélites. Y en la noche del 28 de enero de 1613 pasó algo aún más curioso. Algo que, casi, casi, llevó al descubrimiento formal de un nuevo planeta. Esta vez, Galileo dio cuenta de dos "estrellas fijas" muy próximas a Júpiter y sus lunas. Una era efectivamente real. Y hoy está identificada como SAO 119234, en plena constelación de Virgo. Sí, porque toda esta historia tuvo como telón de fondo a esa constelación zodiacal. Y bien, la otra era, efectivamente, y nuevamente, Neptuno. Pero esta vez Galileo no lo pasó por alto tan a la ligera como había ocurrido el mes anterior: "Más allá de la estrella fija a, le sigue otra en la misma línea, que también fue observada la noche anterior, aunque entonces parecían estar más juntas". Y así era: la otra "estrella fija" (la "b"), Neptuno, se había movido de una noche a la otra. Y eso es justamente lo que hacen los planetas: se mueven respecto de las estrellas de fondo. Galileo lo había notado, pero por alguna razón, lo dejó pasar. Esa noche, la del 28 de enero de 1613, fue la última en la que Júpiter, Neptuno y SAO 119234 encajaron en el muy estrecho campo visual del telescopio de Galileo. Y quizá por eso, el astrónomo italiano abandonó a Neptuno.

Galileo fue el primero que vio a Neptuno sin saber bien qué era. Pero no fue el único: lo mismo les pasó a J.J.F Lalande en 1795, y a John Herschel (hijo de William, el descubridor de Urano) en 1830, que lo confundieron con simples estrellas en sus mapas celestes. Neptuno, finalmente, fue identificado en 1846 por el astrónomo aficionado alemán Johann Galle, gracias a los cálculos del francés Urbain J.J. Leverrier. Cálculos muy similares a los del inglés John Couch Adams, por eso Neptuno tiene tres descubridores.

Hace casi cuatro siglos, y por un juego de geometría astronómica, dos mundos del Sistema Solar coincidieron en una línea visual. Y hoy podemos recrear aquella histórica "conjunción" en Virgo en nuestras computadoras, usando cualquier simulador de cielos. Podemos, en cierto modo, volver a ver lo que Galileo vio. Y saborear una de las más deliciosas paradojas de la astronomía de todos los tiempos: el "casi descubrimiento" del octavo planeta, mucho antes de que se encontrara al séptimo (Urano, en 1781). Le faltó tan poco...

Aristóteles, el movimiento y el vacío

POR GALILEO GALILEI *

Sagredo: –(...) En cuanto al vacío, me gustaría escuchar la demostración que da Aristóteles, así como su refutación (...)

Simplicio: –Aristóteles, al menos en lo que yo recuerdo, arremete contra ciertos filósofos antiguos, que recurrían al vacío por considerarlo necesario para el movimiento diciendo que éste no podría darse sin aquél. Aristóteles les replica demostrando que, muy al contrario, al tener lugar el movimiento (tal como veremos) es el vacío lo que hay que descartar. Su razonamiento discurre así: hace dos suposiciones, una de las cuales trata de los móviles con pesos diferentes, que se mueven en el mismo medio y la otra, de un mismo móvil moviéndose en medios diferentes. Por lo que a la primera se refiere, supone que los móviles de peso diferente se mueven en el mismo medio con velocidades distintas, las cuales mantienen entre sí la misma proporción que sus pesos respectivos. De modo que, por ejemplo, un móvil diez veces más pesado que otro, se mueve con una velocidad diez veces mayor. En el segundo caso, parte del principio de que las velocidades de un mismo móvil, en medios diferentes, son inversamente proporcionales al espesor o densidad de tales medios. De modo que si suponemos, por ejemplo, que la densidad del agua es diez veces superior a la del aire, la velocidad en el aire, siempre según Aristóteles, sería diez veces mayor que la velocidad en el agua. Y de esta segunda suposición deriva lo siguiente: dado que lo tenue del vacío supera infinitamente la corporeidad, por muy sutil que sea, de cualquier medio pleno, todo móvil que se mueve en este medio pleno durante cierto tiempo, recorriendo cierto espacio, debería moverse por el vacío en un sólo instante. Ahora bien, el movimiento instantáneo es imposible, luego es imposible que se dé el vacío como fundamento del movimiento.

Salviati: –Se ve que el argumento es *ad hominem*; es decir, contra los que hacían del vacío condición necesaria del movimiento, de modo que si yo concediera que el argumento es concluyente, concediendo al mismo tiempo que el movimiento no tiene lugar en el vacío, la hipótesis del vacío, tomada absolutamente y no en relación al movimiento, no queda, sin más, eliminada. Pero para decir aquello que podrían haber respondido esos filósofos antiguos, y a fin de que se vea mejor hasta qué punto es concluyente la demostración de Aristóteles, creo que podrían atacarse los dos supuestos negándolos simplemente. En lo que atañe al primero, dudo seriamente que Aristóteles haya hecho la experiencia consistente en tomar dos piedras, una de las cuales es diez veces más pesada que la otra, para dejarlas caer al mismo tiempo desde una altura, pongamos de cien brazas, y ver si descienden con velocidades tan diferentes que en el momento en que una está tocando el suelo, nos encontramos con que la otra no ha recorrido ni siquiera diez brazas.

Simplicio: –De sus mismas palabras se deduce, sin embargo, que él lo ha experimentado, ya que dice: "Vemos el más pesado". Ahora bien, tal *verse* alude a una experiencia llevada a cabo.

Sagredo: –Yo, sin embargo, señor Simplicio que no he hecho la prueba, os aseguro que una bala de cañón que pese cien, doscientas o más libras, no aventajará ni siquiera en un palmo en su llegada al suelo, a una bala de mosquete de media libra, aunque la altura de la caída sea de doscientas brazas.

Salviati: –Sin recurrir a otras experiencias, podremos probar claramente, sin embargo, con una demostración breve y concluyente, que no es verdad que un móvil más pesado se mueva a más velocidad que un móvil liviano, con tal de que ambos sean de la misma materia, como es el caso, sin duda, de aquellos de los que habla Aristóteles. Pero decidme antes, señor Simplicio, si admitís que a todo cuerpo pesado en caída libre le corresponda una velocidad determinada, de modo tal que no se pueda aumentar o disminuir a no ser que le hagamos violencia o le pongamos alguna resistencia.

Simplicio: –Está fuera de toda duda que el mismo móvil en el mismo medio tiene una velocidad reglamentada y determinada por la naturaleza (...)

Salviati: –Entonces, si nosotros tuviéramos dos móviles, cuyas velocidades naturales fuesen distintas, es evidente que si uniésemos ambos, el más rápido perdería velocidad por obra del más lento, mientras que éste aceleraría debido al más rápido. ¿Estáis de acuerdo con lo que acabo de decir?

Simplicio: –Creo que las cosas suceden así.

Salviati: –Pero si esto es así, y si es verdad, por otro lado, que una piedra grande se mueve, por ejemplo, con una velocidad de ocho grados y una piedra pequeña, con una velocidad de cuatro, si las unimos, el resultado de ambas, según lo dicho, será inferior a ocho grados de velocidad. Ahora bien, las dos piedras juntas dan por resultado una más grande que la primera que se movía con ocho grados de velocidad; de lo que se sigue que tal compuesto se moverá a más velocidad que la primera de las piedras sola, lo cual contradice vuestra hipótesis. Veis, pues, cómo suponiendo que el móvil más pesado se mueve a más velocidad que el que pesa menos, concluyo que el más pesado se mueve a menos velocidad. (...)

Simplicio: –¡Esto está fuera de mi alcance!

Salviati: –Estará a vuestro alcance cuando os haga ver el equívoco en el que os encontráis metido. Notad, ante todo, que hay que distinguir los cuerpos graves en movimiento de los mismos en estado de reposo. Una piedra grande, colocada sobre una balanza, no solamente pesará más si se le añade otra piedra, sino que con adjuntarle sólo una brizna de estopa; aumentará su peso las ocho o diez onzas del peso de la estopa. Pero si, por el contrario, dejáis caer libremente, desde cierta altura, la piedra y, atada a ella, la estopa ¿creéis que el peso de la estopa, añadido al de la piedra, acelerará el movimiento ésta o más bien que lo que hará es disminuir su velocidad, sosteniéndola en parte? (...) ¿No veis que esto sería como querer herir de una lanzada a alguien que huyera delante de nosotros a la misma velocidad o más rápido que nosotros mismos? Sacad la conclusión, por tanto, de que en la caída libre y natural, la piedra más pequeña no presiona con su peso a la mayor y, consecuentemente, no le añade peso alguno, como sería el caso en estado en reposo.

1

GIORNATA PRIMA.

Interlocutori,

SALUIATI, SAGREDO, E SIMPLICIO.

Salu. LArgo campo di filosofare à gl'intelletti specolatiui parmi che porga la frequente pratica del famoso Arsenale di Voi Sig. Veneziani, & in particolare in quella parte, che Mecanica si domanda: atteso che quiui ogni sorte di strumento, e di machina vien continuamente posta in opera da numero grande d'artefici, trà i quali e per l'osseruazioni fatte da i loro antecessori, e per quelle, che di propria auuertenza vanno continuamente per se stessi facendo, è forza, che ue ne siano de i peritissimi, e di finissimo discorso.

Sagr. V. S. non s'inganna punto: & io come per natura curioso frequento per mio diporto la visita di questo luogo, e la pratica di questi, che noi per certa preminenza, che tengono sopra 'l resto della maestranza, domandiamo Proti; la conferenza de i quali mi hà più volte aiutato nell' inuestigazione della ragione di effetti non solo marauigliosi, mà reconditi ancora, e quasi inopinabili: è vero che tal volta anco mi hà messo in confusione, & in disperazione di poter penetrare, come possa seguire quello, che lontano da ogni mio concetto mi dimostra il senso esser vero: e pur quello, che poco fà ci diceua quel buon vecchio, è vn dettato, & vna proposizione ben' assai vulgata, mà però io la reputaua in tutto vana, come molte

A altre,

Museo di Storia della Scienza

Simplicio: –¿Y si se posase la piedra mayor sobre la pequeña?

Salviati: –Aumentaría el peso de la otra si su movimiento fuese más rápido. Pero hemos visto ya de modo concluyente que si la más pequeña fuese más lenta, reduciría un tanto la velocidad de la mayor, de forma que la suma de ambas daría por resultado una caída menos veloz, a pesar de ser más grande, cosa que va contra vuestra suposición. Concluyamos, por tanto, que los móviles, grande o pequeños, se mueven a la misma velocidad si tienen el mismo peso específico (*gravità in spezie*).

Simplicio: –Vuestro razonamiento está, realmente, bien trabado. Pero me resulta difícil creer que una gota de plomo pueda moverse a la misma velocidad que una bala de cañón.

Salviati: –Deberíais decir, más bien: y un grano de arena a la misma velocidad que una rueda de molino. Aristóteles dice: "Una bola de hierro de cien libras, que cae de una altura de cien brazas, llega al suelo antes de que una bola de una libra haya descendido una sola braza". Yo, por mi parte, afirmo que las dos llegarán al mismo tiempo. Si hacéis la experiencia, podéis constatar que la más grande saca a la más pequeña una ventaja de dos dedos solamente, es decir, que en el momento en que la más grande toca el suelo, la otra está a una distancia de dos dedos. Estando así las cosas, ¿querríais esconder las noventa y nueve brazas de Aristóteles debajo de aquellos dos dedos y, poniendo de relieve mi pequeño error, pasar por alto aquel otro descomunal? Afirma Aristóteles que móviles de diferente gravedad se mueven, en el mismo medio (en cuanto que su movimiento depende de la gravedad) con velocidades proporcionales a sus pesos y lo ejemplifica por medio de móviles en los que considera: pura y simplemente, el efecto del peso, dejando de lado cualquier otra consideración, tanto en lo que atañe a las figuras como a los momentos (*momenti*) mínimos, cosas sobre las que el medio influye grandemente, alterando de esta manera el simple efecto de la gravedad. Por esa razón vemos que el oro, más pesado que cualquier otra materia, flota en el aire cuando se reduce a finísimas hojas. Lo mismo ocurre con las piedras molidas cuando se las convierte en un polvo muy sutil. Pero si lo que pretendéis es dar a vuestra proposición un valor universal, os es necesario demostrar que la proporción entre las velocidades se puede observar en todos los graves y que una piedra de veinte libras se mueve con una velocidad diez veces mayor que una piedra de dos libras. Ahora bien, yo os digo que esto es falso y que, cayendo de una altura de cincuenta o cien brazas, llegan al suelo al mismo tiempo.

* Físico

Galileo, para mí

POR PABLO CAPANNA

Tardé mucho tiempo en entender por qué era importante Galileo. Quizás haya sido por la cercanía, que a veces parece alejar. En mi caso, la cercanía era la de haber nacido e ido a la escuela en Florencia.

Allí, Galileo y Dante eran, como aquí serían Belgrano o Sarmiento: nombres de calles y glorias nacionales, cuyos méritos parecen tan obvios que nadie es capaz de precisarlos. Mi padre trabajaba en la fábrica *Galileo* que, obviamente, producía instrumental científico. Una vez me llevaron de paseo a Arcetri, pero sólo recuerdo el convento. A los que viven al pie de la Acrópolis les pasará lo mismo cuando les hablan de Esquilo.

Si el secundario no me aclaró demasiado las cosas, la facultad de Filosofía me las confundió. En vano leí *En torno a Galileo*, de Ortega y Gasset, que trata de todo menos de Galileo. En esos tiempos los filósofos no se cansaban de señalar las limitaciones de la ciencia, mientras que los científicos se encargaban de señalar los errores de los filósofos. El único puente era la epistemología, que lo congelaba todo con un baño de lógica, diluía ese asombro que está en el origen del conocimiento y neutralizaba las ineludibles variables políticas y éticas.

Mucho después, repentinamente me vi empujado a enseñar historia de la ciencia, que la dictadura consideraba un saber apolítico, y me sentí con el deber de capacitarme, por lo menos.

Fue entonces cuando me di cuenta de que Galileo había creado nada menos que el método científico. Italo Calvino me enseñó que también era un gran ensayista.

También tomé conciencia de la tragedia de cómo fue humillado por torpes jueces que buscaban en el heliocentrismo la fuente de todos los pecados, en un absurdo juicio que dejó cicatrices seculares.

Al fin y al cabo, quizás algún progreso ético tuvimos, si en esa época todavía parecía normal que los inquisidores intimidaran a Galileo, que Spinoza fuera víctima del *jerem*, Servet enviado a la hoguera por Calvino, y tanta gente muriera por vagos motivos en las guerras de religión.

Decía Ortega que Sócrates se había dejado matar por sus ideas: Galileo no se había atrevido, porque nadie da la vida por las verdades científicas. Tanto mejor: Galileo sabía que tarde o temprano le darían la razón y optó por vivir para darnos la ciencia de la mecánica, sin la cual nos costaría vivir.



Middle Tennessee State University